



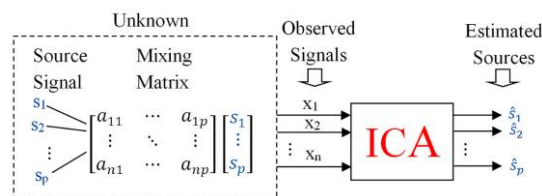
Kwestionariusz osobowy

pracownika naukowego posiadającego tytuł profesora lub stopień doktora habilitowanego zgłaszającego temat prac badawczych na potrzeby rekrutacji do Szkoły Doktorskiej w Politechnice Lubelskiej w roku akademickim 2024/2025

1	Tytuł naukowy / stopień naukowy, imię i nazwisko zgłaszającego temat badawczy			
	dr hab. inż. Jerzy Józwik, prof. uczelni			
2	Jednostka organizacyjna, Wydział			
	Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji, Wydział Mechaniczny			
3	E-mail	Telefon		
	j.jozwik@pollub.pl	+48 606296823		
4	Dyscyplina naukowa			
	Inżynieria Mechaniczna			
5	Numer ORCID			
	0000-0002-8845-0764			
6	Liczba cytowań (bez autocytowań) wg. baz Web of Science / SCOPUS			
	Web of Science	847	SCOPUS 816	
7	Indeks Hirscha wg. baz Web of Science / SCOPUS			
	Web of Science	h=19	SCOPUS h=17	
8	Liczba wypromowanych doktorantów:	Opieka promotorska (podać liczbę):		
	1-promotor pomocniczy	nad doktorantem z otwartym przewodem doktorskim	0	
		nad doktorantem studiów doktoranckich bez otwartego przewodu doktorskiego (w wyniku zmiany Ustawy)	0	
		nad doktorantem w szkole doktorskiej	3	
nad osobą przygotowującą pracę doktorską w trybie eksternistycznym		0		
9	Zgłoszony temat badawczy na potrzeby rekrutacji do Szkoły Doktorskiej w Politechnice Lubelskiej w językach polskim i angielskim			
	Monitoring i diagnostyka obrabiarek sterowanych numerycznie CNC z wykorzystaniem modeli uczenia maszynowego bazującego na ślepych przetwarzaniu danych			
	Monitoring and diagnostics of numerically controlled machine tools CNC using machine learning models based on blind data processing			
10	Słowa kluczowe w językach polskim i angielskim (max. 4)			
	obrabiarki CNC, oś sterowana, ślepe przetwarzanie danych, dokładność wymiarowo–kształtowa	CNC machine tools, control axis, blind data processing, dimensional and shape accuracy		
11	Krótki opis tematyki badawczej w językach polskim i angielskim (max. 250 słów na opis) (Sposób realizacji badań, metody, techniki i narzędzia badawcze, urządzenia i aparatura wykorzystywane w badaniach)			

Praca dotyczy zastosowania metody grup Liego do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych w przetwarzaniu sygnałów ślepych (BSP), w tym niezależna analiza komponentów (ICA) i niezależna analiza podprzestrzeni (ISA), stanowiąca podstawę monitorowania i diagnostyki obrabiarek CNC. Propozycja pracy obejmuje teoretyczne podstawy grup Liego i algebry Liego oraz badania eksperymentalne, geometrię problemów w BSP oraz podstawowe idee technik optymalizacyjnych opartych na grupach Liego. Algorytmy optymalizacyjne oparte na własnościach grup Liego charakteryzują się tym, że podczas ruchu optymalizacyjnego zapewniają trwałe powiązanie z przestrzenią poszukiwań. Właściwość ta jest niezwykle istotna z punktu widzenia stabilności i dynamiki algorytmów optymalizacyjnych. Specyficzna geometria problemów takich jak ICA i ISA oraz jednorodność przestrzeni poszukiwań umożliwiają zastosowanie technik optymalizacyjnych opartych na własnościach grup Liego $O(n)$ i $SO(n)$ oraz stanowi podstawę diagnostyki maszyn. Ciekawym pomysłem jest optymalizacja ruchu w jednoparametrowych podalgebrach przemiennych i podalgebrach toralnych, zapewniających niską złożoność obliczeniową i szybkie algorytmy. Tematyka pracy skoncentrowana jest na analizie związków funkcyjnych pomiędzy pozyskiwanymi sygnałami diagnostycznymi obrabiarek CNC a ich niedokładnością i błędami wymiarowo–kształtowymi wytwarzanych części. Określanie tych złożonych związków opiera się obecnie na zastosowaniu nowoczesnych systemów testowych wykorzystujących złożone algorytmy obliczeniowe. Większość jednak metod testowych jest statystyczna i nie uwzględnia zmian dynamicznych zachodzących na obrabiarce. Proponowane do zastosowania w pracy testy bazują

na wprowadzaniu do układu sterowania obrabiarki wartości uzyskanych z pomiarów, na podstawie których algorytm w układzie sterowania maszyny wyznaczy skorygowane parametry diagnostyczne maszyny. Jednym z systemów planowanych do określenia cech diagnostycznych jest system pomiaru sygnału wibroakustycznego oraz poziom korelacji tego sygnału ze stanem maszyny technologicznej. Zastosowanie systemu jest kluczowe podczas przeprowadzania pomiarów stanu maszyny, szczególnie 5-osiowej. Zastosowanie systemu będzie miało istotne znaczenie w aspekcie wpływu analizy na dokładność obrabiarki potwierdzenie identyfikowanych błędów oraz minimalizację pomyłek interpretacyjnych. Wyniki pomiarów będą realizowane w funkcji zróżnicowanych warunków pracy maszyny (technologiczny i kinematycznych). Analizy będą przeprowadzane na podstawie: określonych środków kinematycznych, zdefiniowanych warunków wzorcowych, przeprowadzonej obróbki, oceny wymiarowo–kształtowej przedmiotów obrabianych. Zaprezentowana na rys. 1 schematycznie blokowa analiza składowych niezależnych,



Rys. 1. Schematyczny schemat blokowy analizy składowych niezależnych.

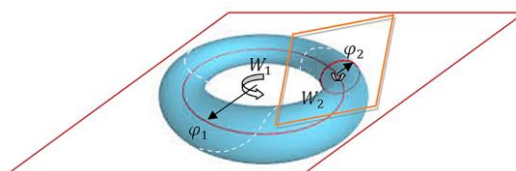


Fig. 2. Wizualna reprezentacja podalgebry torala $t(p)$ dla $p = 2$. Kąty ϕ_1, ϕ_2 oraz macierze W_1 i W_2 są

zachodząca zazwyczaj podczas eksploatacji maszyny w funkcji czasu jak również po kolizji na maszynie, ma kluczowy wpływ na dokładność wymiarowo–kształtową obrabianych części. Rysunek 2. Przedstawia wizualną reprezentację podalgebry torala $t(p)$ dla $p = 2$. Kąty ϕ_1, ϕ_2 oraz macierze W_1 i W_2 . Jak wykazuje analiza literatury, wpływ wielu błędów maszyny technologicznej na dokładność kształtowania jest stosunkowo dobrze poznany. Mamy tutaj na myśli wpływ błędów pozycjonowania liniowego i kąтового, błędów nawrotu, nadążania, błędów cyklicznych czy też błędów prostopadłości osi i wiele innych. Jednak w literaturze krajowej i światowej, tematyka zastosowania metody grup Liego do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych w przetwarzaniu sygnałów ślepych (BSP), w tym niezależna analiza komponentów (ICA) i niezależna analiza podprzestrzeni (ISA), stanowiąca podstawę monitorowania i diagnostyki obrabiarek CNC nie jest szeroko poruszana i zbyt dobrze poznana. Jest to między innymi efektem złożoności zadania i braku dostępnych narzędzi do identyfikacji tych błędów i pozyskiwania danych w tym celu. Badania stanowiskowe zostaną przeprowadzone na 5 – osiowej obrabiarce sterowanej numerycznie CNC wyposażonej w stół obrotowy. Metodyka pracy będzie obejmowała analizę stanu zagadnienia, studium procesów fizycznych zachodzących podczas pracy obrabiarki wieloosiowej, analizę błędów statycznych i kinematycznych maszyny, przeprowadzenie prób skrawania przedmiotu testowego zgodnie z ISO, analizę dokładności wymiarowo – kształtowej części testowych, opracowanie danych analizowanego procesu i ich przygotowanie do modelowania ICA, ISA i BSP. Na podstawie zrealizowanego eksperymentu zostanie zaproponowany ICA, ISA i BSP przyczynowo – skutkowy, który będzie pomocny przy doborze optymalnych warunków geometrycznych (celem minimalizacji błędów maszyny CNC) w aspekcie dokładności wymiarowo–kształtowej badanych części. Dodatkowym celem pracy będzie określenie wskaźnika dokładności maszyny, który będzie mógł być wykorzystywany do oceny wpływu błędu na jakość wytwarzania i znajdzie zastosowanie w produkcji przemysłowej. Proponowanym promotorem pomocniczym pracy doktorskiej jest: dr inż. Dariusz Mika z Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Chełmie

The work concerns the use of Lie Groups method to solve optimization problems in Blind Signals Processing (BSP) including independent components analysis (ICA) and independent subspace analysis (ISA) constituting the basis for monitoring and diagnostics of CNC machines. The proposal of the work covers the theoretical foundations of Lie Groups and Lie Algebra as well as experimental research, the geometry of problems in BSP and the basic ideas of optimization techniques based on Lie Groups. Optimization algorithms based on the properties of Lie Groups are characterized by the

fact that during the optimization movement they provide a permanent connection with the search space. This property is extremely important from the point of view of stability and dynamics of optimization algorithms. The specific geometry of problems such as ICA and ISA and the homogeneity of the search space enable the use of optimization techniques based on the properties of Lie Groups $O(n)$ and $SO(n)$ and constitute the basis for machines diagnostics. An interesting idea is to optimize traffic in single-parameter commutative subalgebras and toral subalgebras ensuring low computational complexity and fast algorithms. The subject of the work is focused on the analysis of functional relationships between the acquired diagnostic signals of CNC machines and their inaccuracy shape and dimensional errors of manufactured parts. Currently determining these complex compounds based on the use of modern test systems using complex computational algorithms. However most test methods are statistical and do not take into account dynamic changes occurring on the CNC machines. The tests proposed for use in this work are based on entering the values obtained from measurements into the machine tool control system based on which the algorithm in the machine control system will determine the corrected diagnostic parameters of the machine. One of the systems planned to determine diagnostic features is a vibroacoustic signal measurement system and the level of correlation of this signal with the condition of the technological machine. The use of the system is crucial when measuring the condition of a machine, especially a 5-axis machine. The use of the system will be important in terms of the impact of the analysis on the accuracy of the machine tool, confirmation of identified errors and minimization of interpretations errors. The measurement results will be carried out as a function of various machine operating conditions (technological and kinematic). The analyzes will be carried out on the basis of: specific kinematic means, defined reference conditions, performed machining, shape and dimensional assessment of the processed parts. The block analysis of independent components, presented schematically in Fig. 1 usually occurring during machine operation as a function of time as well as after a collision on the machine has a key impact on the shape and dimensional accuracy of machined parts. Fig. 2 shows a visual representation of the toral subalgebra $t(p)$ for $p = 2$, angles ϕ_1 , ϕ_2 and matrices W_1 and W_2 . As the literature analysis shows the impact of many technological machine errors on shaping accuracy is relatively well known. What we mean here is the impact of linear and angular positioning errors, reversal and tracking errors, cyclic errors, axis perpendicularity errors and many others. However, in the national and world literature the topic of using the Lie Group method to solve optimization problems in Blind Signal Processing (BSP) including independent component analysis (ICA) and independent subspace analysis (ISA) constituting the basis for monitoring and diagnostics of CNC machine tools is not widely discussed and too well known. Among other things this is a result of the complexity of the task and the lack of tools available to identify these errors and obtain data for this purpose. Bench tests will be carried out on a 5-axis CNC numerically controlled machine equipped with a rotary table. The work methodology will include an analysis of the topic, a study of the physical processes occurring during the operation of a multi-axis machine tool, an analysis of static and kinematic errors of the machine, carrying out cutting tests on a test part in accordance with ISO, an analysis of the shape and dimensional accuracy of test parts, the development of data for the analyzed process and their preparation for modeling ICA, ISA and BSP. Based on the experiment, ICA, ISA and BSP cause and effect will be proposed which will be helpful in selecting optimal geometric conditions (to minimize CNC machine errors) in terms of dimensional and shape accuracy of the tested parts. An additional aim of the work will be to determine the machine accuracy index which can be used to assess the impact of error on the quality of production and will be used in industrial production. The proposed auxiliary supervisor of the doctoral thesis is: Dr. Eng. Dariusz Mika from the State Academy of Applied Sciences in Chełm.

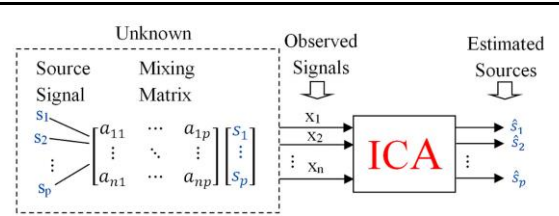


Fig. 1. Schematic block scheme of Independent Component Analysis.

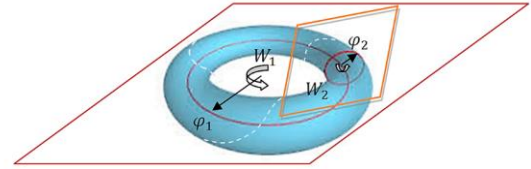


Fig. 2. Visual representation of the toral subalgebra $t(p)$ for $p = 2$. The angles ϕ_1 , ϕ_2 and the matrices W_1 and W_2 are as in Equation

One of the systems planned to determine diagnostic features is a vibroacoustic signal measurement system and the level of correlation of this signal with the condition of the technological machine. The use of the system is crucial when measuring the condition of a machine, especially a 5-axis machine. The use of the system will be important in terms of the impact of the analysis on the accuracy of the machine tool, confirmation of identified errors and minimization of interpretations errors. The measurement results will be carried out as a function of various machine operating conditions (technological and kinematic). The analyzes will be carried out on the basis of: specific kinematic means, defined reference conditions, performed machining, shape and dimensional assessment of the processed parts. The block analysis of independent components, presented schematically in Fig. 1 usually occurring during machine operation as a function of time as well as after a collision on the machine has a key impact on the shape and dimensional accuracy of machined parts. Fig. 2 shows a visual representation of the toral subalgebra $t(p)$ for $p = 2$, angles ϕ_1 , ϕ_2 and matrices W_1 and W_2 . As the literature analysis shows the impact of many technological machine errors on shaping accuracy is relatively well known. What we mean here is the impact of linear and angular positioning errors, reversal and tracking errors, cyclic errors, axis perpendicularity errors and many others. However, in the national and world literature the topic of using the Lie Group method to solve optimization problems in Blind Signal Processing (BSP) including independent component analysis (ICA) and independent subspace analysis (ISA) constituting the basis for monitoring and diagnostics of CNC machine tools is not widely discussed and too well known. Among other things this is a result of the complexity of the task and the lack of tools available to identify these errors and obtain data for this purpose. Bench tests will be carried out on a 5-axis CNC numerically controlled machine equipped with a rotary table. The work methodology will include an analysis of the topic, a study of the physical processes occurring during the operation of a multi-axis machine tool, an analysis of static and kinematic errors of the machine, carrying out cutting tests on a test part in accordance with ISO, an analysis of the shape and dimensional accuracy of test parts, the development of data for the analyzed process and their preparation for modeling ICA, ISA and BSP. Based on the experiment, ICA, ISA and BSP cause and effect will be proposed which will be helpful in selecting optimal geometric conditions (to minimize CNC machine errors) in terms of dimensional and shape accuracy of the tested parts. An additional aim of the work will be to determine the machine accuracy index which can be used to assess the impact of error on the quality of production and will be used in industrial production. The proposed auxiliary supervisor of the doctoral thesis is: Dr. Eng. Dariusz Mika from the State Academy of Applied Sciences in Chełm.

12	Czy temat będzie realizowany we współpracy z instytucją zagraniczną i zagranicznym promotorem	TAK	NIE
		-	x
13	Uzupelnic w przypadku realizowania tematu we wspolpracy z instytucja zagraniczna i zagranicznym promotorem – dane jednostki zagranicznej i potencjalnego promotora zagranicznego. Dodatkowo nalezy przedstawic oswiadczenie o posiadaniu srodkow finansowych na pobyt (2 semestry) w instytucji zagranicznej		
	Nazwa jednostki	Nie dotyczy	
	Adres	Nie dotyczy	
	Tytuł lub stopień potencjalnego promotora	Nie dotyczy	

	zagranicznego	
14	Najważniejsze publikacje z ostatnich 5 lat osoby zgłaszającej temat z podaniem Impact Factor (IF) czasopisma z roku opublikowania oraz punktów obowiązujących w roku opublikowania artykułu przyznanych czasopismu przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), czcionka Calibri rozmiar 10 (Autorzy: <i>Tytuł artykułu</i> , CZASOPISMO, vol., (rok wydania), numery stron, IF_{rok} ; MNiSW_{rok} .)	
	1	Jerzy Józwik : Experimental methods of error identification in CNC machine tool operation. Lublin, Monograph. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2018.- 211 s.- ISBN 978-83-7947-312-0 [MNiSW: 80]
	2	Jarosław Pytka, Jerzy Józwik , Piotr Budzyński, Tomasz Łyszczyk, Arkadiusz Tofil, Ernest Gnapowski, Jan Laskowski: Wheel dynamometer system for aircraft landing gear testing. Measurement.- 2019, vol. 148, s. 1-8 [MNiSW: 200], Impact Factor: 3.364
	3	Jerzy Józwik , Krzysztof Dziedzic, Marcin Barszcz and Mykhaylo Pashechko: Analysis and Comparative Assessment of Basic Tribological Properties of Selected Polymer Composites. Materials.- 2020, vol. 13, nr 1, s. 1-24 [MNiSW: 140], Impact Factor: 3.057
	4	Sylwester Korga, Kamil Żyła and Jerzy Józwik : Analysis of the Abrasive-Type Influence on the Effectiveness of Rotary Cleaning of Machine Parts with Complex Geometric Feature. Materials.- 2020, vol. 13, nr 22, s. 1-17 [MNiSW: 140], Impact Factor: 3.057
	5	Mykhaylo Pashechko, Krzysztof Dziedzic and Jerzy Józwik : Analysis of Wear Resistance of Borided Steel C45. Materials.- 2020, vol. 13, nr 23, s. 1-13 [MNiSW: 140] Impact Factor: 3.057
	6	Magdalena Zawada-Michałowska, Jerzy Józwik , Stanisław Legutko, Dariusz Mika , Paweł Pieško, Jarosław Pytka: Cutting Force during Surface Layer Milling of Selected Aluminium Alloys. Materials.- 2020, vol. 13, nr 24, s. 1-13 [MNiSW: 140], Impact Factor: 3.057
	7	Jarosław Pytka, Piotr Budzyński, Tomasz Łyszczyk, Jerzy Józwik , Joanna Michałowska, Arkadiusz Tofil, Dariusz Błażejczak and Jan Laskowski: Determining Wheel Forces and Moments on Aircraft Landing Gear with a Dynamometer Sensor. Sensors.- 2020, vol. 20, nr 1, s. 1-15 [MNiSW: 100], Impact Factor: 3.275
	8	Dariusz Mika , and Jerzy Józwik : Lie Group Methods in Blind Signal Processing. Sensors.- 2020, vol. 20, nr 2, s. 1-18 [MNiSW: 100], Impact Factor: 3.275
	9	Paweł Turek, Grzegorz Budzik, Jarosław Sęp, Mariusz Oleksy, Jerzy Józwik , Łukasz Przesłowski, Andrzej Paszkiewicz, Łukasz Kochmański and Damian Żelechowski: An Analysis of the Casting Polymer Mold Wear Manufactured Using PolyJet Method Based on the Measurement of the Surface Topography. Polymers.- 2020, vol. 12, nr 12, s. 1-18 [MNiSW: 100], Impact Factor: 3.426
	10	Dariusz Mika , Grzegorz Budzik, and Jerzy Józwik : Single channel source separation with ICA-based time-frequency decomposition. Sensors.- 2020, vol. 20, nr 7, s. 1-16 [MNiSW: 100], Impact Factor: 3.275
	11	Marcin Barszcz, Mykhaylo Pashechko, Krzysztof Dziedzic, Jerzy Józwik : Study on the Self-Organization of an Fe-Mn-C-B Coating during Friction with Surface-Active Lubricant. Materials.- 2020, vol. 13, nr 13, s. 1-17 [MNiSW: 140], Impact Factor: 3.057
	12	Magdalena Zawada-Michałowska, Paweł Pieško and Jerzy Józwik : Tribological aspects of cutting tool wear during the turning of stainless steels. Materials.- 2020, vol. 13, nr 1, s. 1-12 [MNiSW: 140] Impact Factor: 3.057
	13	Mariusz Kamiński, Piotr Budzyński, Jacek Hunicz, Jerzy Józwik : Evaluation of changes in fuel delivery rate by electromagnetic injectors in a common rail system during simulated operation. Eksploatacja i Niezawodność-Maintenance and Reliability.- 2021, vol. 23, nr 2, s. 352-358 [MNiSW: 140], Impact Factor: 1.525
	14	Ernest Gnapowski, Jarosław Pytka, Jerzy Józwik , Jan Laskowski and Joanna Michałowska: Wind Tunnel Testing of Plasma Actuator with Two Mesh Electrodes to Boundary Layer Control at High Angle of Attack. Sensors.- 2021, vol. 21, nr 2, s. 1-13 [MNiSW: 100], Impact Factor: 3.275
	15	Jerzy Józwik : Analysis of the Effect of Trochoidal Milling on the Surface Roughness of Aluminium Alloys after Milling. Manufacturing Technology: Journal for Science, Research and Production.- 2019, vol. 19, nr 5, s. 772-779, [MNiSW: 70]
	16	Jarosław Pytka, Piotr Budzyński, Jerzy Józwik , Joanna Michałowska, Arkadiusz Tofil, Tomasz Łyszczyk and Dariusz Błażejczak: Application of GNSS/INS and an Optical Sensor for Determining Airplane Takeoff and Landing Performance on a Grassy Airfield. Sensors.- 2019, vol. 19, nr 24, s. 1-15 [MNiSW: 100], Impact Factor: 3.275
17	Jarosław Pytka, Piotr Budzyński, Mariusz Kamiński, Tomasz Łyszczyk and Jerzy Józwik : Application of the TDR Soil Moisture Sensor for Terramechanical Research. Sensors.- 2019, vol. 19, nr 9, s. 1-16 [MNiSW: 100], Impact	

	Factor: 3.275	
18	Jerzy Józwik: Assessment of Selected Operating Characteristics of Polymer Composites with Non-Ferrous Materials Used in Friction Pairs. Manufacturing Technology : Journal for Science, Research and Production.- 2019, vol. 19, nr 4, s. 596-603 [MNiSW: 70]	
19	Joanna Michałowska, Arkadiusz Tofil, Jerzy Józwik , Jarosław Pytka, Stanisław Legutko, Zbigniew Siemiątkowski and Andrzej Łukaszewicz: Monitoring the Risk of the Electric Component Imposed on a Pilot During Light Aircraft Operations in a High-Frequency Electromagnetic Field. Sensors.- 2019, vol. 19, nr 24, s. 1-19 [MNiSW: 100], Impact Factor: 3.275	
20	Katarzyna Biruk-Urban, Jerzy Józwik , Paul Bere: Cutting Forces and 3D Surface Analysis of CFRP Milling. Advances in Science and Technology Research Journal.- 2022, vol. 16, nr 2, s. 206-215 [MNiSW: 100]	
21	Muhammad Irfan, Rab Nawaz, Javed Akbar Khan, Habib Ullah, Tahir Haneef, Stanisław Legutko, Saifur Rahman, Jerzy Józwik , Mabkhoot A. Alsaiani, Mohammad Kamal Asif Khan, Salim Nasar Faraj Mursal, Fahad Salem AlKahtani, Omar Alshorman: Synthesis and Characterization of Manganese-Modified Black TiO2 Nanoparticles and their Performance Evaluation for the Photodegradation of Phenolic Compounds from Wastewater. Materials.- 2021, vol. 14, nr 23, s. 1-21 [MNiSW: 140] Impact Factor: 3.601	
22	Muhammad Qamar, Ghulam Abbas, Muhammad Afzaal, Muhammad Y. Naz, Abdul Ghuffar, Muhammad Irfan, Stanisław Legutko, Jerzy Józwik , Magdalena Zawada-Michałowska, Abdunour Ali Jazem Ghanim, Saifur Rahman, Usama M. Niazi, Mohammed Jalalah, Fahad Salem Alkahtani, Saifur Rahman, Mohammad Kamal Asif Khan and Ewelina Kosicka: Gold Nanorods for Doxorubicin Delivery: Numerical Analysis of Electric Field Enhancement, Optical Properties and Drug Loading/Releasing Efficiency. Materials.- 2022, vol. 15, nr 5, s. 1-15 [MNiSW: 140] Impact Factor: 3.623	
23	Dariusz Mika , Grzegorz Budzik, Jerzy Józwik: ICA-Based Single Channel Source Separation With Time-Frequency Decomposition / [W]: 7th International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace) - IEEE 2020 : proceedings.- 2020, s. 238-243 [MNiSW: 20]	
24	Magdalena Zawada-Michałowska, Paweł Pieško, Jerzy Józwik , Stanisław Legutko, Dariusz Mika , Jarosław Pytka: Uncertainty Estimation of Measuring Circuit During Cutting Forces Measurement Using the Piezoelectric Dynamometer . [W]: 7th International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace) - IEEE 2020 : proceedings.- 2020, s. 441-445 [MNiSW: 20]	
15	Data i podpis składającego	Pieczętka i podpis kierownika jednostki (Katedry) Potwierdzam możliwość wykonywania badań związanych z zaproponowanym tematem badawczym w Katedrze
	Lublin, 26.05.2024r.	